

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 10206677
PUBLICATION DATE : 07-08-98

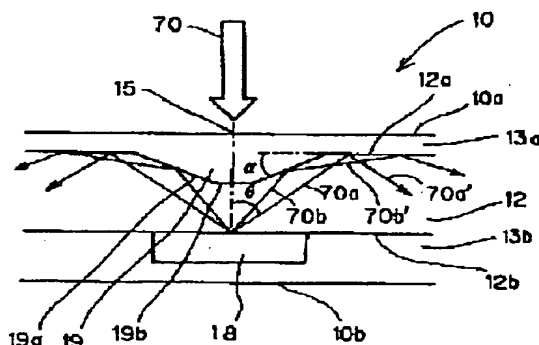
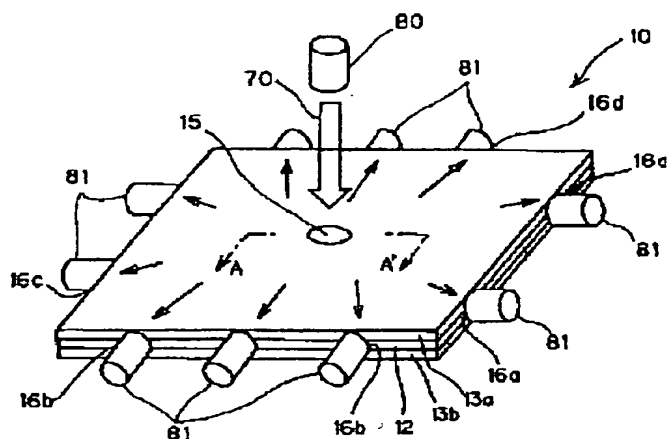
APPLICATION DATE : 23-01-97
APPLICATION NUMBER : 09010589

APPLICANT : FUJI XEROX CO LTD;

INVENTOR : OZAWA TAKASHI;

INT.CL. : G02B 6/28 G02B 6/122 G02B 6/42

TITLE : OPTICAL BUS AND SIGNAL
PROCESSOR



ABSTRACT : **PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide an optical bus which freely attaches or removes a circuit substrate without requiring fine optical positioning during attaching plural circuit substrate to the optical bus to construct a signal processor, has high light availability, and can speedily transmit a signal, and provide a processor which performs signal processing such as data transmitting/receiving using the optical bus.

SOLUTION: A signal processor includes a signal light incident part 15 where a signal light 70 is incoming into an optical bus 10, signal light outgoing parts 16a-16d which outgoes income and propagated signal light, a light diffuser 18 which diffuses signal light 70 toward a light transmitting layer 12, and light path changing part 19 which changes a light path of at least a part of the diffused signal light such that the light goes in the more parallel direction of the sheet plane of the optical bus 10.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-206677

(43)公開日 平成10年(1998) 8月7日

(51)Int.Cl.⁹

識別記号

F I

G 0 2 B 6/28
6/122
6/42

G 0 2 B 6/28 M
6/42
6/12 A

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平9-10589

(22)出願日 平成9年(1997) 1月23日

(71)出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社
東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72)発明者 塩谷 剛和

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 逆井 一宏

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 岡田 純二

神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(74)代理人 弁理士 山田 正紀 (外1名)

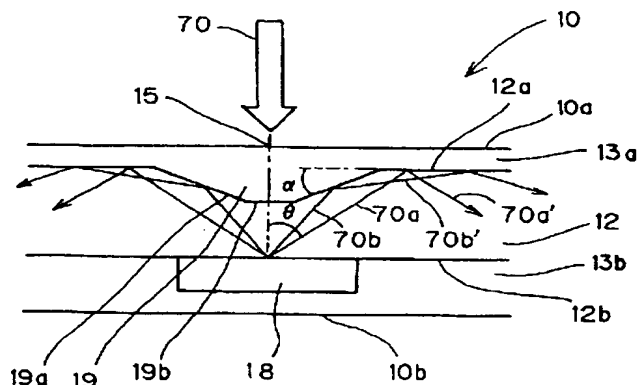
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光バスおよび信号処理装置

(57)【要約】

【課題】複数の回路基板を光バスに取り付けて信号処理装置を構成する際に精密な光学的位置合わせを必要とせずに回路基板を自由に着脱することのできる、光の利用効率が高く、高速な信号伝送が可能な光バス、およびその光バスを用いた、データの送受を含む信号処理を行う信号処理装置を提供する。

【解決手段】光バス10に信号光70が入射される信号光入射部15と、入射し伝播された信号光を出射する信号光出射部16a~16dとを有し、信号光入射部15から入射した信号光70の光路上に、信号光70を光伝送層12内に向けて拡散させる光拡散体18を備えたとともに、光拡散体18で拡散した後の信号光のうち少なくとも一部の信号光の光路を、光バス10のシート面に対してより平行な角度で進むように変更する光路変更部19を備えた。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 相対的に屈折率の大きい光伝送層と、相対的に屈折率の小さい、該光伝送層を挟むクラッド層とを備えた、信号光の伝播を担うシート状の光バスであって、

該光バスに信号光が入射される信号光入射部と、入射し伝播された信号光を出射する信号光出射部とを有し、該信号光入射部から入射した信号光の光路上に、該信号光入射部から入射した信号光を前記光伝送層内に向けて拡散させる光拡散体を備えるとともに、前記光拡散体で拡散した後の信号光のうち少なくとも一部の信号光の光路を、該光バスのシート面に対してより平行な角度で進むように変更する光路変更部を備えたことを特徴とする光バス。

【請求項2】 前記光バスの表面に前記信号光入射部を有し、前記光拡散体が、該信号光入射部から入射した信号光の光路上の、前記光伝送層の表面もしくは裏面に接する位置に備えられるとともに、前記光路変更部が、前記信号光入射部近傍の、該光拡散体と向かい合う光伝送層裏面もしくは表面に形成された、該信号光入射部中央側ほど該光バスの対向面側に向かって陥没した傾斜面を有するものであることを特徴とする請求項1記載の光バス。

【請求項3】 前記光路変更部が、前記光伝送層裏面もしくは表面に形成された、前記信号光入射部中央側に近づくに従って傾斜角が徐々に増加する形状の傾斜面を有するものであることを特徴とする請求項2記載の光バス。

【請求項4】 前記信号光入射部中央からの前記傾斜面のシート方向の長さをL、前記光伝送層の厚さをW、前記光伝送層の臨界角を θ とした時、シート方向の長さLが式

$$L \geq W \times \tan \theta$$

を満たすように、前記傾斜面のサイズを大きくしたことを特徴とする請求項2記載の光バス。

【請求項5】 前記傾斜面の表面が、直接空気に接触していることを特徴とする請求項2記載の光バス。

【請求項6】 前記傾斜面の表面に、光反射膜を形成したことを特徴とする請求項2記載の光バス。

【請求項7】 前記光バスの端面に前記信号光入射部を有し、前記光拡散体が、該信号光入射部から入射した信号光の光路上の、前記光伝送層の端面に接する位置に備えられるとともに、前記光路変更部が、前記光伝送層の前記光拡散体側の端面近傍に形成された、該端面側ほど該光伝送層の厚さを減じるテーパ面を有するものであることを特徴とする請求項1記載の光バス。

【請求項8】 前記光路変更部が、前記光伝送層の前記

光拡散体側の端面近傍に形成された、該端面側に近づくに従ってテーパ角が徐々に増加する形状のテーパ面を有するものであることを特徴とする請求項7記載の光バス。

【請求項9】 前記光拡散体側の端面からの前記テーパ面のシート方向の長さをL、前記光伝送層の厚さをW、前記光伝送層の臨界角を θ とした時、シート方向の長さLが式

$$L \geq 1/2 (W \times \tan \theta)$$

を満たすように、前記テーパ面のサイズを大きくしたことを特徴とする請求項7記載の光バス。

【請求項10】 前記テーパ面の表面が、直接空気に接触していることを特徴とする請求項7記載の光バス。

【請求項11】 前記テーパ面の表面に、光反射膜を形成したことを特徴とする請求項7記載の光バス。

【請求項12】 基体、

信号光を出射する信号光出射端および該信号光出射端から出射される信号光に担持させる信号を生成する回路と、信号光を入射する信号光入射端および該信号光入射端から入射した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行なう回路とのうちの少なくとも一方が搭載された複数枚の回路基板、

前記基体に固定された、相対的に屈折率の大きい光伝送層と、相対的に屈折率の小さい、該光伝送層を挟むクラッド層とを備えた、信号光の伝播を担うシート状の光バスであって、該光バスに信号光が入射される信号光入射部と、入射し伝播された信号光を出射する信号光出射部を有し、該信号光入射部から入射した信号光の光路上に、該信号光入射部から入射した信号光を前記光伝送層内に向けて拡散させる光拡散体を備えるとともに、前記光拡散体で拡散した後の信号光のうちの少なくとも一部の信号光の光路を、該光バスのシート面に対してより平行な角度で進むように変更する光路変更部を備えた光バス、および前記回路基板を、該回路基板に搭載された信号光出射端ないし信号光入射端が前記信号光入射部および前記信号光出射部において前記光バスと結合される状態に、前記基体上に固定する複数の基板固定部を備えたことを特徴とする信号処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光信号の伝播を担うシート状の光バス、およびその光バスを用いたデータの送受を含む信号処理を行う信号処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超大規模集積回路(VLSI)の開発により、データ処理システムで使用する回路基板(ドーターボード)の回路機能が大幅に増大してきている。回路機能が增大するにつれて各回路基板に対する信号接続数が増大するため、各回路基板(ドーターボード)間をバス構造で接続するデータバスボード(マザーボード)に

は多数の接続コネクタと接続線を必要とする並列アーキテクチャが採用されてきている。接続線の多層化と微細化により並列化を進めることにより並列バスの動作速度の向上が計られてきたが、接続配線間容量や接続配線抵抗に起因する信号遅延により、システムの処理速度が並列バスの動作速度によって制限されることもある。また、並列バス接続配線の高密度化による電磁ノイズ(E MI: Electromagnetic Interference)の問題もシステムの処理速度向上に対する大きな制約となる。

【0003】このような問題を解決し並列バスの動作速度の向上を計るために、光インターコネクションと呼ばれる、システム内光接続技術を用いることが検討されている。光インターコネクション技術の概要は、『内田慎二、第9回 回路実装学術講演大会 15C01, p p. 201~202』や『H. Tomimuro et al., "Packaging Technology for Optical Interconnects", IEEE Tokyo No. 33 p p. 81~86, 1994』、『和田修、エレクトロニクス1993年4月号、p p. 52~55』に記載されているように、システムの構成内容により様々な形態の技術が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来提案された様々な形態の光インターコネクション技術のうち、特開平2-41042号公報には、高速、高感度の発光/受光デバイスを用いた光データ伝送方式をデータバスに適用した例が開示されており、そこには、各回路基板の表裏両面に発光/受光デバイスを配置し、システムフレームに組み込まれた隣接する回路基板上の発光/受光デバイス間を空間的に光で結合した、各回路基板相互間のループ伝送用の直列光データバスが提案されている。この方式では、ある1枚の回路基板から送り出された信号光が、隣接する回路基板で光/電気変換され、さらにその回路基板でもう一度電気/光変換されて、次に隣接する回路基板に信号光を送り出すというように、各回路基板が順次直列に配列され各回路基板上で光電気変換および電気/光変換を繰り返しながらシステムフレームに組み込まれたすべての回路基板間に伝達される。このため、信号伝達速度は各回路基板上に配置された受光/発光デバイスの光/電気変換速度および電気/光変換速度に依存すると同時にその制約を受ける。また、各回路基板相互間のデータ伝送には、各回路基板上に配置された受光/発光デバイスによる、自由空間を介在させた光結合を用いているため、隣接する回路基板表裏両面に配置されている発光/受光デバイスの光学的位置合わせが行なわれすべての回路基板が光学的に結合していることが必要となる。さらに、各回路基板が自由空間を介して結合されているため、隣接する光データ伝送路間の干渉(クロスト

ーク)が発生しデータの伝送不良が予想される。また、システムフレーム内の環境、例えば埃などにより信号光が拡散することによりデータの伝送不良が発生することも予想される。さらに、各回路基板が直列に配置されているため、いずれかのボードが取り外された場合にはそこで接続が途切れてしまうので、それを補うための余分な回路基板が必要となる。すなわち、回路基板を自由に着脱することができず、回路基板の数が固定されてしまうという問題がある。また、各回路基板が自由空間を介して結合されているため、隣接する光データ伝送路間の干渉(クロストーク)の発生や、システムフレーム内の環境、例えば埃などによる信号光の拡散によりデータの伝送不良が発生することも予想される。

【0005】これらのほかに、回路基板相互間のデータ伝送技術として、特公平6-93051号公報には、平行な2面を有する、光源に対置されたプレートを用意し、プレート表面に配置された回折格子、反射素子により構成された光路を介して回路基板間を光学的に結合する方式が開示されている。この方式では、プレート表面に配置された回折格子、反射素子により光結合を行っているため、回路基板とプレート表面に配置された回折格子、反射素子を精密に光学的位置合わせする必要があるため、大幅なコストアップを招きやすいという問題がある。さらに、1点から発せられた光を固定された1点にしか伝送することができず、電気バスのように全ての回路ボード間を網羅的に接続することができないという配置上の制約が大きい。また、回路基板間の接続情報はプレート表面に配置された回折格子、反射素子により決定されるため、回路基板を自由に着脱することができず、配置の自由度が小さいという問題もある。また、光学素子の位置ずれに起因する、隣接する光伝送路間の干渉(クロストーク)が発生し、データの伝送不良が予想される、などの様々な問題がある。

【0006】これらの問題を解決する手段として、シート状の光バスの光伝送層内に、入射した信号光を拡散する光拡散部を設け、光拡散部で拡散した信号光を光伝送層内の全ての方向に伝播させるようにした光バス方式が考えられる。この光バス方式では、精密な光学的位置合わせを必要とせずに受発光部を有する複数の回路基板を簡易な取付け方法で確実に光結合させることが可能である。また、この方式では、光バスに取り付ける回路基板の数が取付け位置を自由に変更することができるので、拡張性に富んだ自由度の高いシステムを構築することができる。また、空間を介して光伝送する方式と異なり、光伝送層を介して光伝送する方式であるため、空中の埃などによる環境上の問題も起きにくい。さらに、回路基板を光データバスに取り付ける際の光学的位置合わせを必要としないため温度変化などにも強いという長所をも備えている。

【0007】しかし、上記の方式では、光伝送層内に設けた光拡散部が、信号光を全ての方向に拡散するため、光伝送層の外部に抜け出してしまう信号光が多く、受光部に到達する信号光が少なく、光の利用効率が低いという問題がある。そのため、信号光出力部には高出力の発光素子、信号光入力部には高感度の受光素子を用いる必要があり、信号処理装置の低消費電力化や低コスト化を図ることが困難である。

【0008】また、光伝送層内を伝播して受光部に到達するまでの信号光の光路長が、光拡散部で拡散した信号光の角度によって異なり、信号光ごとに受光部へ到達する時間に差が生じるため、拡散した信号光間で遅延を生じ、信号光に高周波数の信号を担持させると伝送不良が発生するという問題がある。そのため、信号処理装置の高速化を図ることが困難である。

【0009】本発明は、上記の事情に鑑み、複数の回路基板を光バスに取り付けて信号処理装置を構成する際に精密な光学的位置合わせを必要とせずに回路基板を自由に着脱することのできる、光の利用効率が高く、高速な信号伝送が可能な光バス、およびその光バスを用いた、データの送受を含む信号処理を行う信号処理装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明の光バスは、相対的に屈折率の大きい光伝送層と、相対的に屈折率の小さい、光伝送層を挟むクラッド層とを備えた、信号光の伝播を担うシート状の光バスであって、光バスに信号光が入射される信号光入射部と、入射し伝播された信号光を出射する信号光出射部とを有し、信号光入射部から入射した信号光の光路上に、信号光入射部から入射した信号光を上記光伝送層内に向けて拡散させる光拡散体を備えとともに、上記光拡散体で拡散した後の信号光のうち少なくとも一部の信号光の光路を、光バスのシート面に対してより平行な角度で進むように変更する光路変更部を備えたことを特徴とする。

【0011】ここで、上記光バスの表面に上記信号光入射部を有し、上記光拡散体が、該信号光入射部から入射した信号光の光路上の、上記光伝送層の表面もしくは裏面に接する位置に備えられるとともに、上記光路変更部が、上記信号光入射部近傍の、該光拡散体と向かい合う光伝送層裏面もしくは表面に形成された、該信号光入射部中央側ほど該光バスの対向面側に向かって陥没した傾斜面を有するものであることが好ましい。

【0012】また、上記光路変更部が、上記光伝送層裏面もしくは表面に形成された、上記信号光入射部中央側に近付くに従って傾斜角が徐々に増加する形状の傾斜面を有するものであることも好ましい態様であり、上記信号光入射部中央からの上記傾斜面のシート方向の長さを L 、上記光伝送層の厚さを W 、上記光伝送層の臨界角を θ とした時、シート方向の長さ L が式

$$L \geq W \times \tan \theta$$

を満たすように、上記傾斜面のサイズを大きくしたものであることも好ましく、さらに、上記傾斜面の表面が、直接空気に接触しているようにしてもよく、上記傾斜面の表面に、光反射膜を形成してもよい。

【0013】また、上記光バスの端面に上記信号光入射部を有し、上記光拡散体が、信号光入射部から入射した信号光の光路上の、上記光伝送層の端面に接する位置に備えられるとともに、上記光路変更部が、上記光伝送層の上記光拡散体側の端面近傍に形成された、端面側ほど光伝送層の厚さを減じるテーパ面を有するものであることも好ましい態様の一つであり、上記光路変更部が、上記光伝送層の上記光拡散体側の端面近傍に形成された、該端面側に近付くに従ってテーパ角が徐々に増加する形状のテーパ面を有するものとしてもよい。

【0014】また、上記光拡散体側の端面からの上記テーパ面のシート方向の長さを L 、上記光伝送層の厚さを W 、上記光伝送層の臨界角を θ とした時、シート方向の長さ L が式

$$L \geq 1/2 (W \times \tan \theta)$$

を満たすように、上記テーパ面のサイズを大きくしたものであることも好ましく、さらに、上記テーパ面の表面が、直接空気に接触しているようにしてもよく、上記テーパ面の表面に、光反射膜を形成してもよい。

【0015】また、上記の目的を達成する本発明の信号処理装置は、基体、信号光を出射する信号光出射端および該信号光出射端から出射される信号光に担持させる信号を生成する回路と、信号光を入射する信号光入射端および信号光入射端から入射した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行なう回路とのうちの少なくとも一方が搭載された複数枚の回路基板、上記基体に固定された、相対的に屈折率の大きい光伝送層と、相対的に屈折率の小さい、光伝送層を挟むクラッド層とを備えた、信号光の伝播を担うシート状の光バスであって、光バスに信号光が入射される信号光入射部と、入射し伝播された信号光を出射する信号光出射部を有し、信号光入射部から入射した信号光の光路上に、信号光入射部から入射した信号光を上記光伝送層内に向けて拡散させる光拡散体を備えとともに、上記光拡散体で拡散した後の信号光のうち少なくとも一部の信号光の光路を、光バスのシート面に対してより平行な角度で進むように変更する光路変更部を備えた光バス、および上記回路基板を、回路基板に搭載された信号光出射端ないし信号光入射端が上記信号光入射部および上記信号光出射部において上記光バスと結合される状態に、上記基体上に固定する複数の基板固定部を備えたことを特徴とする。

【0016】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明の光バスの第一の実施形態の概略構成図であり、図2は、図1の光バスをA-A'方

向にみた断面図である。図1および図2に示すように、この光バス10は、相対的に屈折率の大きい光伝送層12と、その光伝送層12を挟む相対的に屈折率の小さいクラッド層13a、13bとからなるシート状の光バスである。光バス10上には信号光入射部15があり、光バス10の上方に配置されたレーザダイオード80から出射される信号光70がここから光バス10に入射される。信号光入射部15から入射した信号光70の光路上の、光伝送層12の裏面に接する位置には、信号光70を光伝送層12内に向けて拡散させる光拡散体18が備えられている。

【0017】さらに、信号光入射部15近傍の、信号光入射部15側の光伝送層12の表面12aに形成された、信号光入射部15中央側ほど光バス10の裏面10b側に向かって陥没した傾斜面19aを有する光路変更部19が備えられている。傾斜面19aは光伝送層12の表面12aに対して角度 α で傾いており、この傾斜面19aにより、光拡散体18で拡散した後の信号光70のうち少なくとも一部の信号光の光路を、光バス10の表面10a（シート面）に対してより平行な角度で進むように変更する。

【0018】この実施形態では、光路変更部19のサイズは半径2.8mm、傾斜面19aの角度 α は20°になるように形成されている。なお、この実施形態では、光路変更部19の陥没した傾斜面19aの中央部には、信号光入射部15から入射した信号光70が真直ぐに光拡散体18に到達するように、光バス10裏面10bに平行な平面19bが形成されている。

【0019】また、光バス10の各端面には、信号光出射部16a、16b、16c、16dがあり、信号光出射部16a、16b、16c、16dに対向する位置に配置されたフォトダイオード81に向けて信号光70を出射するようになっている。光伝送層12は、信号光70の伝送を担う層であり、この実施形態では、光透過率の高い、厚さ1mmのポリメチルメタクリレートが用いられている。なお、ポリメチルメタクリレートの代わりに、ポリスチレン、ポリカーボネイトなどのポリメチルメタクリレートと同様な光学特性を有するプラスチック材料を用いることも可能であり、あるいは、石英系ガラス材料を用いることも可能である。

【0020】クラッド層13a、13bは、光伝送層12との界面である光伝送層12の表面12aおよび裏面12bにおいて光を全反射し、かつ、光伝送層12の表面12aまたは裏面12bに粉塵や水分が付着するのを防止することにより、光伝送層12内の信号光が光伝送層12外に洩れるのを抑える作用をなす層であり、光伝送層12に用いられる材料の光屈折率よりも小さい光屈折率を有する材料が用いられる。この実施形態の光伝送層12には光屈折率1.49のポリメチルメタクリレートが用いられているので、クラッド層13a、13bに

は、ポリメチルメタクリレートの光屈折率よりも低い、光屈折率1.40を有する含フッ素ポリマが用いられている。従って、この実施形態では、光伝送層12とクラッド層13a間における臨界角は約70°であり、光伝送層12の内部から光伝送層12の表面12aおよび裏面12bに突き当たる角度が臨界角 θ_c 以上である信号光のみが全反射を繰り返し、光伝送層12内を伝播することができる。なお、クラッド層13a、13bの材料は含フッ素ポリマに限定されるものではなく、光伝送層12に用いられる材料の光屈折率よりも低い光屈折率を有する材料ならばいずれの材料でも用いることができる。

【0021】光拡散体18は、光を拡散させる部分であり、この実施形態では、液晶のバックライトに用いられる反射型の拡散シートを光伝送層12の裏面2bに取り付けている。なお、光を拡散させることができるのであれば、拡散シートの代わりに用いることができる。次に、この光バス10の動作について説明する。

【0022】信号光入射部15の上方に配置されたレーザダイオード80から信号を担持した信号光70が発せられると、信号光70は信号光入射部15から光バス10に入射し、クラッド層13aおよび光伝送層12を通過して光伝送層12の裏面12bに形成された光拡散体18に達する。光拡散体18に達した信号光70は、光拡散体18により光伝送層12の表面12aに向かって拡散しながら反射される。この実施形態では、光伝送層12とクラッド層13a間における臨界角が70°であることから、光伝送層12の表面12aの法線方向となす角度 θ が90°から70°の範囲で拡散される信号光70aは、光伝送層12の表面12aで全反射し信号光70a'として光伝送層12内を伝播していく。拡散する角度 θ が70°以下の信号光は、光路変更部19が存在しない場合は光伝送層12の表面12aから光バス10外に抜け出ていくが、本実施形態には光路変更部19が備えられているため、拡散する角度 θ が70°から50°の範囲の信号光70bは、傾斜面19aに対して臨界角70°以上の角度 $\theta + \alpha$ で入射し傾斜面19aにより全反射する。全反射した信号光70b'は、傾斜面19aの光伝送層12の表面12aとのなす角度 α の2倍の角度を加えた方向に光路変更され、光伝送層12とクラッド層13a間における臨界角70°以上になることから光伝送層12内を全反射して伝播していく。

【0023】本実施形態では、臨界角70°に対し傾斜面19aの光伝送層12の表面12aとのなす角度 α を20°とすることにより、光路変更部19で光路変更すべき信号光および光路変更を要しない信号光の拡散の角度 θ の範囲を、90°から70°および70°から50°というように連続させているが、必ずしもこのように両者の角度範囲を連続させる必要はなく、光拡散体18で拡散する信号光の強度分布に応じ、より強度が大きい

角度 θ の範囲に合わせて傾斜面19aの角度 α を設定すればよい。

【0024】光伝送層12内を伝播する信号光70a, 70a', ..., 70b, 70b', ...は、光バス10の周囲に形成された複数の信号光出射部16a, 16b, 16c, 16dからそれぞれ出射され、信号光出射部16a, 16b, 16c, 16dに対向する位置に配置されたフォトダイオード81によって受光される。

【0025】このように、本実施形態では、光拡散体18が拡散した信号光のうち、光路変更部19が存在しなければ光伝送層12から抜け出てしまう、拡散する角度 θ が50°から70°の範囲の信号光も、光路変更部19によって反射損失の無い全反射の行われる方向に光路変更されて信号光出射部16a, 16b, 16c, 16dに伝播することができ、光の伝送効率を向上させることができる。

【0026】なお、本実施形態では、信号光入射部15中央からの傾斜面19aのシート方向の長さをL、光伝送層12の厚さをW、光伝送層12の臨界角を θ とすると、光路変更部19の傾斜面19aのシート方向の長さLは、式(1)を満たすように設定されることが好ましい。

$$L \geq W \times \tan \theta \quad \dots \dots (1)$$

傾斜面19aは、数mmサイズの凹みの側壁面であることから、光学レンズなどの曲面の作製に使われている精密切削技術、研削加工技術、および研磨加工技術などを用いて光伝送層12上に容易に、かつ低コストで形成することができる。クラッド層13a, 13bは、光伝送層12に光路変更部19を形成した後、塗布法により形成することができる。

【0027】次に、本発明の光バスの第二の実施形態について説明する。図3は、本発明の光バスの第二の実施形態の一部断面図である。図3に示す第二の実施形態の光バス20には、図1および図2に示した第一の実施形態の光バス10と同一の部分があるので、以下の説明では互いに相違する部分を中心に説明する。

【0028】第二の実施形態では、光拡散体28は、信号光入射部25から入射した信号光70の光路上の光伝送層22の表面22aに接する位置に配置されて信号光入射部25から入射した信号光70を透過するとともに光伝送層22内に向けて拡散するものであり、液晶のバックライトに用いられる透過型の拡散シートを光伝送層22の表面22aに取り付けることによって形成される。

【0029】また、光路変更部29は、信号光入射部25近傍の光伝送層22の裏面22bに形成された、信号光入射部25中央側ほど光バス20の表面20a側に向かって陥没した傾斜面29aを有する構造となっている。光伝送層22は、第一の実施形態と同様、厚さ1m

mのポリメチルメタクリレート、クラッド層23も、第一の実施形態と同様、含フッ素ポリマを用いて形成されており、光伝送層22とクラッド層23間における臨界角もまた第一の実施形態と同様約70°である。

【0030】次に、この実施形態の光バスの作用について説明する。信号光入射部25の上方に配置された図示しないレーザダイオードから、信号光70が発せられると、信号光70は、信号光入射部25を経て光伝送層22の表面22aに形成された光拡散体28に入射する。入射した信号光70は、光拡散体28を透過するとともに光伝送層22内に向けて拡散する。光拡散体28を透過し拡散して光伝送層22内に入射した信号光70は光路変更部29により光路が変更される。光路変更部29は、この実施形態では、半径2.8mmのサイズに形成されている。傾斜面29aは、信号光入射部25中央側に近づくに従い、20°から60°の範囲で、光伝送層22の裏面22bとのなす角度 α が徐々に大きくなる形状に形成されている。

【0031】この実施形態では、光伝送層22とクラッド層23間における臨界角が70°であることから、光伝送層22の裏面22bの法線方向となす角度 θ が90°から70°の範囲で拡散される信号光70aは、光伝送層22の裏面22bで全反射し信号光70a'として光伝送層22内を伝播していく。拡散する角度 θ が70°以下の信号光は、光路変更部29が存在しない場合は光伝送層22の裏面22bから光バス20外に抜け出ていくが、本実施形態には光路変更部29が備えられているため、拡散する角度 θ が70°から30°の範囲の信号光70bは、傾斜面29aに対して臨界角70°以上の角度 $\theta + \alpha$ で入射し、傾斜面29aにより全反射する。全反射した信号光70b'は、傾斜面29aの光伝送層22の裏面22bとのなす角度 α の2倍の角度を加えた方向に光路変更され、光伝送層22とクラッド層23間における臨界角70°以上になることから、光伝送層22内を全反射して伝播していく。

【0032】光伝送層22内を伝播する信号光70a, 70a', ..., 70b, 70b', ...は、光バス20の周囲に形成された複数の信号光出射部（図示せず）からそれぞれ出射され、各信号光出射部に対向する位置に配置されたフォトダイオード（図示せず）によって受光される。このように、本実施形態では、光拡散体28が拡散した信号光のうち、光路変更部29が存在しなければ光伝送層22から抜け出てしまう、拡散する角度 θ が70°から30°の範囲の信号光も、光路変更部29によって反射損失の無い全反射の行われる方向に光路変更されて信号光出射部に伝播することができ、光の伝送効率を向上させることができる。

【0033】次に、本発明の光バスの第三の実施形態について説明する。図4は、本発明の光バスの第三の実施形態の一部断面図である。図4に示す第三の実施形態の

光バス30には、図3に示した第二の実施形態の光バス20と同一の部分が多いので、以下の説明では互いに相違する部分についてのみ説明する。

【0034】第三の実施形態では、光バス30の、光伝送層32の裏面32b側の構造が第二の実施形態と相違している。すなわち、光伝送層32の裏面32b側に形成された光路変更部39の傾斜面39aは、信号光入射部35中央側に近づくに従い、 20° から 45° の範囲で、光伝送層32の裏面32bとのなす角度 α が徐々に大きくなる形状に形成されており、さらに、傾斜面39aの部分にはクラッド層が存在せず、傾斜面39aの表面は直接空気と接している。空気の屈折率は1であることから傾斜面39aの臨界角は約 42° である。光伝送層32は、第二の実施形態と同様、ポリメチルメタクリレート、クラッド層33も、第二の実施形態と同様、含フッ素ポリマを用いて形成されており、光伝送層32とクラッド層33間における臨界角 θ_c もまた第二の実施形態と同様約 70° である。

【0035】このようにこの実施形態でも、光伝送層32とクラッド層33間における臨界角が 70° であることから、光伝送層32の裏面32bの法線方向となす角度 θ が 90° から 70° の範囲で拡散される信号光70aは、光伝送層32の裏面32bで全反射し信号光70a'として光伝送層32内を伝播していく。拡散する角度 θ が 70° 以下の範囲の信号光70bは、全て臨界角 42° 以上になる角度 $\theta + \alpha$ で傾斜面39aにぶつかり全反射する。次に、信号光70bは、傾斜面39aの角度 α の2倍の角度を加えた方向に光路変更され、光伝送層32とクラッド層33間における臨界角以上になることから光伝送層32内を全反射して伝播していく。

【0036】この実施形態では、光拡散体38が拡散した信号光のうち、傾斜面39aが存在しなければ光伝送層32の裏面32bから光バス30外に抜け出ていく信号光全てを、光路変更部39により反射損失の無い全反射が行われる方向に光路変更して信号光出射部（図示せず）に伝播することができ、光の利用効率を向上させることができる。

【0037】図5は、本発明の光バスの光伝送効率を計算シミュレーションにより従来法と比較して示したグラフである。光拡散体における信号光の拡散パターンは完全拡散であるものと仮定してシミュレーションを行った。図5に示すように、光路変更部なしの従来例の光バスAのシミュレーション結果では、光伝送層とクラッド層間における臨界角が 40° の場合、光伝送効率は約0.6であり、臨界角が 70° の場合の光伝送効率は約0.1である。これに対して、角度固定型の傾斜面を有する光路変更部を設けた光バスB（第一実施形態相当）のシミュレーション結果では、臨界角が 40° の場合、光伝送効率は約0.92、臨界角が 70° の場合の光伝送効率は約0.25に増加している。

【0038】さらに、傾斜面の角度 α を光拡散体の中心に近づくに従って徐々に大きくなるように形成した角度可変型の傾斜面を有する光路変更部を備えた光バスC

（第二、第三実施形態相当）のシミュレーション結果では、臨界角が 60° 以下で光伝送効率は1.0、臨界角が 70° の場合の光伝送効率は約0.75に増加している。この光バスCでは、臨界角を 60° 以下にすることにより、全ての信号光を光伝送層内で全反射伝送することが可能である。

【0039】次に、本発明の光バスの第四の実施形態について説明する。図6は、本発明の光バスの第四の実施形態の一部断面図である。図6に示す第四の実施形態の光バス40には、図3に示した第二の実施形態の光バス20と同一の部分が多いので、以下の説明では互いに相違する部分についてのみ説明する。

【0040】第四の実施形態では、光バス40の、光伝送層42の裏面42b側の構造が第二の実施形態と相違している。すなわち、光伝送層42の裏面42b側に形成された光路変更部49の傾斜面49aは、光拡散体48の中心に近づくに従って、 20° から 35° の範囲で角度 α の値が徐々に大きくなるように形成されている。さらに、傾斜面49aの表面には、アルミニウム蒸着法などにより形成された、金属の光反射膜44が設けられている。この光反射膜44は信号光70に対してミラー反射面の機能を有する。

【0041】この実施形態では、光拡散体48で拡散した信号光70のうち、拡散する角度 θ が 90° から 70° の範囲の信号光70は、最初に光伝送層42の裏面42bに角度 θ でぶつかり、角度 θ が光伝送層42とクラッド層43間における臨界角 70° 以上であることから全反射して光伝送層42内を伝播していく。また、拡散する角度 θ が 70° 以下の範囲の信号光70は、最初に傾斜面49aにぶつかり、光反射膜44によって反射される。傾斜面49aの角度 α は、光拡散体48の中心に近づくに従って大きくなっているため、小さい角度 θ の信号光ほど、大きい角度を加えた方向に光路変更され、光伝送層42とクラッド層43における臨界角以上になることから光伝送層42内を全反射して伝播していく。

【0042】上記実施形態では、光拡散体48が拡散した信号光70のうち、光反射膜44を備えた光路変更部49が存在しなければ光伝送層42から外部に抜け出てしまう信号光をも、光路変更部49により光伝送層42内に伝播することができる。従って、光バスの光伝送効率を向上させることができる。また、光反射膜44を備えた光路変更部49の場合、傾斜面49aの傾斜角度は、光伝送層とクラッド層よりなる全反射面の場合に比べ小さい角度にすることができるので、加工の自由度が増加し傾斜面49aを容易に形成することができる。

【0043】次に、本発明の光バスの第五の実施形態に

について説明する。図7は、本発明の光バスの第五の実施形態の概略構成図であり、図8は、図7の光バスのA-A'方向にみた断面図である。図7および図8に示すように、光伝送層52と、その光伝送層52を挟むクラッド層53とからなるシート状の光バス50の一端面54aには信号光入射部55があり、また、光バス50の他の端面54b、54c、54dにはそれぞれ信号光出射部56b、56c、56dがある。信号光入射部55から入射した信号光70の光路上に、信号光入射部55から入射した信号光70を光伝送層52内に向けて拡散させる光拡散体58が備えられている。光拡散体58は、入射した信号光70を拡散させるとともに入射した信号光70を光伝送層52内に透過させる。信号光入射側の端面54a近傍には、端面54a側に近づくに従ってテーパ角が徐々に増加する形状のテーパ面59a、59bを有する光路変更部59が形成されている。テーパ面59a、59bは光伝送層52の表面52aおよび裏面52bに対してそれぞれ 15° （角度 α ）の傾きを持っている。光伝送層52およびクラッド層53には、第一の実施形態と同様ポリメチルメタクリレートおよび含フッ素ポリマがそれぞれ用いられており、光伝送層52とクラッド層53間における臨界角は第一の実施形態と同様約 70° であり、テーパ面59a、59bの端面54aからの長さLは約1.4mmである。

【0044】信号光入射部55と対向する位置に配置されたレーザダイオード80から発せられた信号光70が、信号光入射部55を介して端面54aに形成された光拡散体58に入射されると、信号光70は光拡散体58により光伝送層52に向かって拡散しながら透過され光伝送層52内の全方向に拡散する。拡散する方向が端面54aの法線方向となす角度 β が 0° から 20° の範囲の信号光70aは、最初、光伝送層52の表面52aおよび裏面52bに対して角度 $90^\circ - \beta$ でぶつかり、その角度 $90^\circ - \beta$ が光伝送層52とクラッド層53間における臨界角 70° 以上であることから光伝送層52の表面52aおよび裏面52bで全反射して光伝送層52内を伝播していく。

【0045】拡散する角度 β が 20° から 35° の範囲の信号光70bは、光路変更部59が存在しない場合は光伝送層52の表面52aおよび裏面52bから光バス50外に抜け出てしまうが、本実施形態には光路変更部59が備えられているため、信号光70bは、光路変更部59のテーパ面59a、59bに対して最初に臨界角 70° 以上の角度 $90^\circ - \beta + \alpha$ で入射し、テーパ面59a、59bで全反射する。全反射した信号光70b'は、テーパ面59a、59bの角度 α の2倍の角度を引いた方向に光路変更され、光伝送層52とクラッド層53間における臨界角以上になることから光伝送層52内を全反射して伝播していく。

【0046】こうして、光伝送層52内を伝播する信号

光は、光バス50の端面54b、54c、54dに形成された信号光出射部56b、56c、56dからそれぞれ出射され、信号光出射部56b、56c、56dに対向する位置に配置されたフォトダイオード81によって受光される。以上説明したように上記各実施形態では、光バスに入射された信号光のうち、光拡散体および光路変更部が存在しなければ光伝送層から外部に抜け出てしまう信号光を、光路変更部によって反射損失の無い全反射の行われる方向に光路変更して信号光出射部に伝播することができるので、光の伝送効率を向上させることができる。

【0047】次に、本発明の光バスの第六の実施形態について説明する。図9は、本発明の光バスの第六の実施形態の一部断面図である。図9に示す第六の実施形態の光バス60には、図7および図8に示した第五の実施形態の光バス50と同一の部分があるので、以下の説明では互いに相違する部分を中心に説明する。

【0048】第六の実施形態では、光バス60の端面64a側の構造が第五の実施形態と相違している。すなわち、光バス60の端面64a近傍に形成された光路変更部69のテーパ面69a、69bは、第五の実施形態に示された角度 15° のテーパ面の代わりに角度 15° の部分と角度 5° の部分との2段構造のテーパ面として形成されている。光伝送層62およびクラッド層63には、第五の実施形態より厚い厚さ1.3mmのポリメチルメタクリレートと含フッ素ポリマがそれぞれ用いられており、光伝送層62とクラッド層63間における臨界角は第五の実施形態と同様約 70° である。本実施形態では、角度が 5° となる部分が加わっているため、テーパ面69a、69bの長さは、前述の式(1)とは異なり、式(2)を満たすよう設定される。すなわち、端面64aからのテーパ面69a、69bの長さをL、光伝送層62の厚さをW、光伝送層62の臨界角を θ とすると、テーパ面69a、69bの長さLは、
$$L \geq 1/2 (W \times \tan \theta) \quad \dots \dots (2)$$

を満たすように設定されることが好ましく、本実施形態ではLは2.8mmに設定されている。

【0049】光バス60の端面64aにある信号光入射部65と対向する位置に配置されたレーザダイオード

(図示せず)から発せられた信号光70が、信号光入射部65を介して端面64aに形成された光拡散体68に入射されると、信号光70は光拡散体68により光伝送層62に向けて拡散しながら透過され光伝送層62内の全方向に拡散する。拡散する方向が端面64aの法線方向となす角度 β が 0° から 10° の範囲の信号光70aは、最初、光伝送層62の表面62aおよび裏面62bに対して角度 $90^\circ - \beta$ でぶつかり、その角度 $90^\circ - \beta$ が光伝送層62とクラッド層63との間の臨界角 70° 以上であることから光伝送層62の表面62aおよび裏面62bで全反射し、その角度 $90^\circ - \beta$ を維持しな

がら光伝送層62内を伝播していく。

【0050】拡散する角度 β が 10° から 20° の範囲の信号光70bは、最初に、光路変更部69のテーバ面69a, 69bの角度 5° の部分に臨界角 70° 以上の角度 $90^\circ - \beta$ で入射し、テーバ面69a, 69bで全反射する。全反射した信号光70b'は、テーバ面69a, 69bの角度 5° の2倍の角度 10° を引いた方向に光路変更され、信号光70b'が光路変更された方向は、光伝送層62とクラッド層63との間の臨界角 70° 以上であり、また光バス60のシート方向に対してより平行な角度 0° から 10° の範囲の角度となって光伝送層62内を全反射して伝播していく。

【0051】拡散する角度 β が 20° から 35° の範囲の信号光70cは、第五の実施形態と同様、テーバ面69a, 69bの角度 15° の2倍の角度 30° を引いた方向に光路変更され、信号光70c'が光路変更された方向は、光伝送層62とクラッド層63との間の臨界角 70° 以上であり、また光バス60のシート方向に対してより平行な角度 0° から 10° の範囲の角度となって光伝送層62内を全反射して伝播していく。

【0052】以上説明したように本実施形態では、光バスに入射された信号光のうち、光拡散体および光路変更部が存在しなければ光伝送層から外部に抜け出てしまう信号光を、光路変更部により光伝送層内に伝播させることができ、光バスの光伝送効率を向上することができる。また、光バスのシート方向に対してより平行な角度に揃えて伝播することができ、信号光間の遅延をより少なくすることができる。これにより、高速な信号伝送を行うことが可能となる。

【0053】なお、上記の、第五の実施形態および第六の実施形態においても、第二、第三、第四の実施形態における同様に、光路変更部59, 69が光伝送層52, 62の端面54a, 64a近傍に形成された、端面54a, 64a側に近づくに従ってテーバ角が徐々に増加する形状のテーバ面59a, 59b, 69a, 69bを有するものとしてもよく、また、テーバ面の表面にクラッド層を形成せずにテーバ59a, 59b, 69a, 69b面の表面が直接空気に接触するように光路変更部59, 69を形成してもよい。さらに、テーバ面59a, 59b, 69a, 69bの表面に光反射膜を形成することも有効である。

【0054】次に、上記の光バスと、この光バスにより光学的に接続される複数の回路基板とを備えた本発明の信号処理装置について説明する。図10は、本発明の信号処理装置の一実施形態の概略構成図である。図10に示すように、この信号処理装置90には、本発明という基体の一例である支持基板91、支持基板91に固定された、光伝送層92と、光伝送層92を挟むクラッド層93とを備えた、信号光の伝播を担うシート状の光バス94、複数の回路基板97、回路基板97を支持基板

91上に固定する複数の基板固定部99が備えられている。光バス94としては、前述の、図1を参照して説明した本発明の光データバスを複数枚積層したものが用いられ、これら複数枚の光データバス94が複数枚の回路基板97と光学的かつ機械的に結合されて信号処理装置90が構成される。

【0055】支持基板91上に備えられた複数の基板固定部99は、回路基板97に搭載された信号光入出射端98が信号光入出射部95において光バス94と結合される状態に、回路基板97を支持基板91上に固定する。基板固定部99による回路基板97の固定機構は着脱自在に構成されている。なお、この実施形態における回路基板97側の信号光入出射端98は、本発明にいう信号光入射端および信号光出射端のいずれか一方あるいは双方に相当するものであり、また、光バス94側の信号光入出射部95は、本発明にいう信号光入射部および信号光出射部のいずれか一方あるいは双方に相当するものである。

【0056】支持基板91上には、電源ラインや電気信号伝送用の電氣的配線91aが設けられており、それらの電氣的配線91aは、複数の基板固定部99を経由して、各基板固定部99に装着される回路基板97上の回路96と電氣的に接続される。各回路基板97には、信号光を出射する発光素子と信号光を入射する受光素子とのペアからなる複数の信号光入出射端98、および信号光入出射端98から出射される信号光に担持させる信号を生成する回路96と、信号光入出射端98から入射した信号光が担持する信号に基づく信号処理を行なう回路96との中の少なくとも一方が搭載されている。

【0057】この回路基板97を基板固定部99に装着すると、各信号光入出力端98は、光バス94の信号光入出射部95の各光伝送層92と対向した位置に配置され、ある信号光入出力端98中の発光素子から出射された信号光は、光バス94の光伝送層92に入射し、その光伝送層92内で拡散されるとともに、他の回路基板97の信号光入出力端98と対向する位置にある信号光入出射部95に伝送され、その信号光入出射部95に光学的に結合された信号光入出力端98中の受光素子で受光される。

【0058】このようにして、複数枚の回路基板97が複数の光バス94によって光学的に結合されて信号処理装置が構成されるが、この光バス94として前述の、光拡散体および光路変更部を備えた本発明の光バスを用いることにより、複数の回路基板が着脱自在に装着することが可能で、消費電力が低く、高速の信号処理が可能な信号処理装置を構成することができる。

【0059】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の光バスによれば、信号光入射部から入射した信号光の光路上に、入射した信号光を光伝送層内に向けて拡散させる光拡散

体を備えるとともに、光拡散体で拡散した後の信号光の光路を変更する光路変更部を備えたことにより、光バスから外部に抜け出てしまう信号光を、反射損失の無い全反射の行われる方向に光路変更して光伝送層内に伝播させることができるので、光の伝送効率のよい光バスを得ることができる。

【0060】また、本発明の光バスによれば、信号光入射部から入射した信号光の光路上に光拡散体が備えられているので、複数の回路基板を光バスに取り付けて信号処理装置を構成する際に精密な光学的位置合わせを必要とせず、回路基板を自由に着脱することのできる光バスを得ることができる。また、本発明の信号処理装置によれば、上記の、光の伝送効率のよい光バスを用いこの光バスを受発光部を有する回路基板と光結合させることにより、効率のよい信号処理を行うことができる。また、光バスと光結合される回路基板の数や取付け位置が自由でかつ精密な光学的位置合わせを必要としない、低消費電力化され、高速化された信号処理装置を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光バスの第一の実施形態の概略構成図である。

【図2】図1の光バスをA-A'方向にみた断面図である。

【図3】本発明の光バスの第二の実施形態の一部断面図である。

【図4】本発明の光バスの第三の実施形態の一部断面図である。

【図5】本発明の光バスの光伝送効率を計算シミュレーションにより従来法と比較して示したグラフである。

【図6】本発明の光バスの第四の実施形態の一部断面図である。

【図7】本発明の光バスの第五の実施形態の概略構成図である。

【図8】図7の光バスのA-A'方向にみた断面図である。

【図9】本発明の光バスの第六の実施形態の一部断面図である。

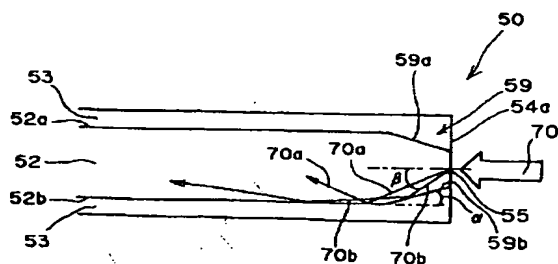
【図10】本発明の信号処理装置の一実施形態の概略構

成図である。

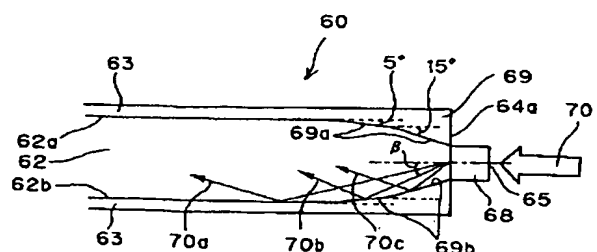
【符号の説明】

- 10, 20, 30, 40, 50, 60 光バス
 10a, 12a, 20a, 22a, 52a 表面
 10b, 12b, 22b, 32b, 42b, 52b 裏面
 12, 22, 32, 42, 52, 62 光伝送層
 13a, 13b, 23, 33, 43, 53, 63 クラッド層
 15, 25, 35, 55, 65 信号光入射部
 16a, 16b, 16c, 16d 信号光出射部
 18, 28, 38, 48, 68 光拡散体
 19, 29, 39, 49, 59, 69 光路変更部
 19a, 29a, 39a, 49a 傾斜面
 19b 平行面
 44 光反射膜
 54a, 54b, 54c, 54d 端面
 56b, 56c, 56d 信号光出射部
 59a, 59b テーパ面
 62a 表面
 62b 裏面
 64a, 64b 端面
 69a, 69b テーパ面
 70, 70a, 70a', ..., 70b, 70b', ... 信号光
 80 レーザダイオード
 81 フォトダイオード
 90 信号処理装置
 91 支持基板
 91a 電氣的配線
 92 光伝送層
 93 クラッド層
 94 光バス
 95 信号光入出射部
 96 回路
 97 回路基板
 98 信号光入出射端
 99 基板固定部

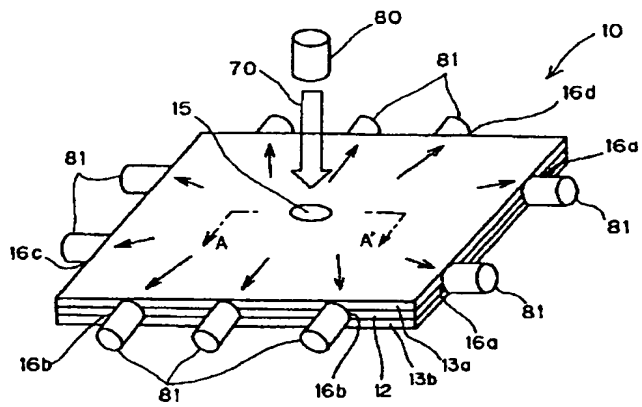
【図8】



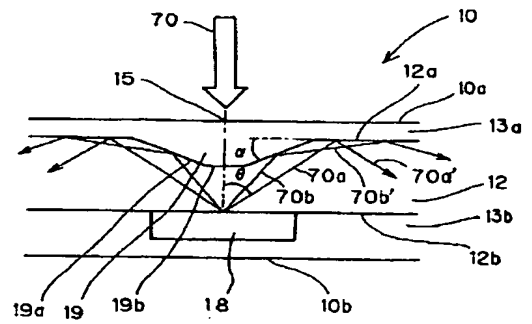
【図9】



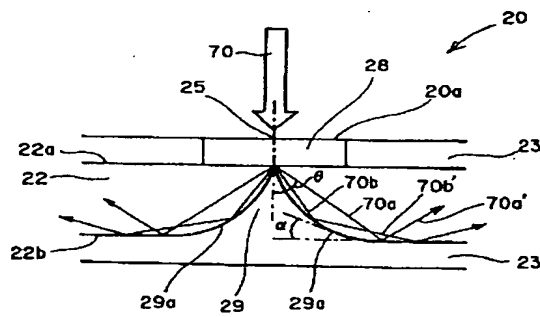
【図1】



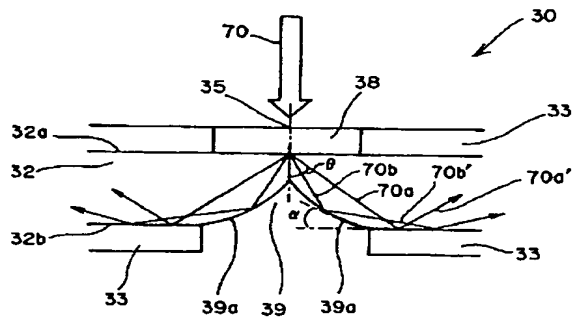
【図2】



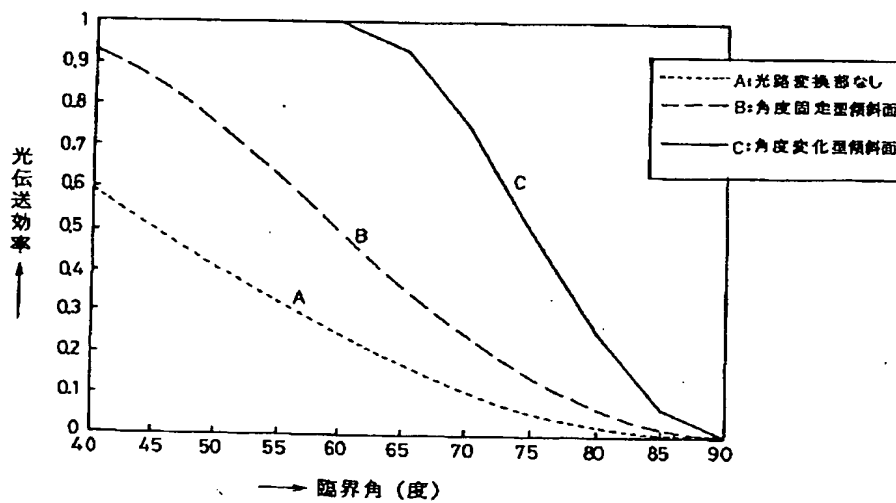
【図3】



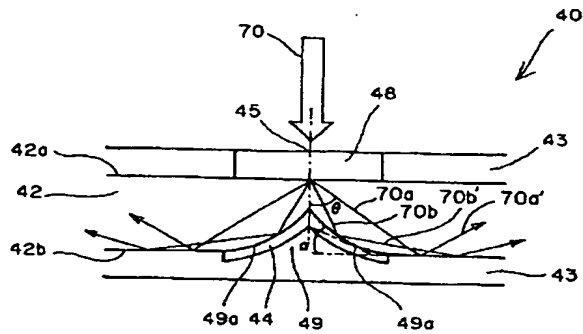
【図4】



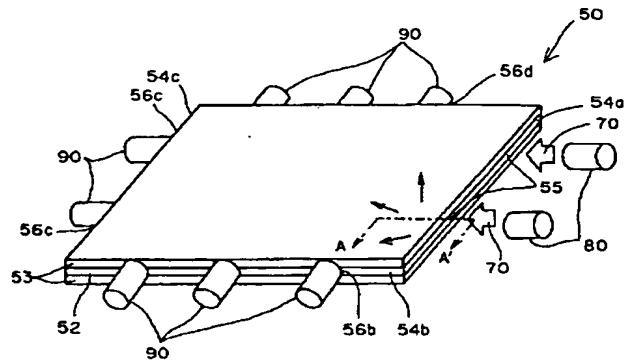
【図5】



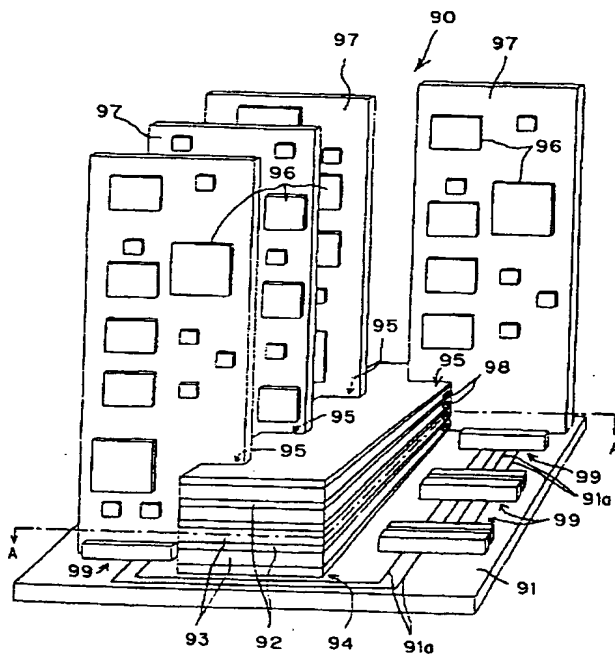
【図6】



【図7】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 広田 匡紀
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者 浜田 勉
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内

(72)発明者 舟田 雅夫
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内
(72)発明者 小澤 隆
神奈川県足柄上郡中井町境430 グリーン
テクなかい 富士ゼロックス株式会社内